



TITLE:

A SPECTRAL STUDY OF NEUTRON TRANSPORT OPERATOR(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Ukai, Seiji

CITATION:

Ukai, Seiji. A SPECTRAL STUDY OF NEUTRON TRANSPORT OPERATOR.
京都大学, 1967, 工学博士

ISSUE DATE:

1967-05-23

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/212240>

RIGHT:

氏 名	鷗 飼 正 二 う かい せい じ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 129 号
学位授与の日付	昭 和 42 年 5 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 原 子 核 工 学 専 攻
学位論文題目	A SPECTRAL STUDY OF NEUTRON TRANSPORT OPERATOR

(中性子輸送作用素のスペクトルの研究)

論文調査委員 (主 査) 教授 西 原 宏 教授 岐 美 格 教授 向 坂 正 勝

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は中性子輸送演算子のスペクトルを、原子炉物理学上重要な種々の場合について研究したもので6章から成っている。

第1章は緒論であって、著者は先ず第2章以下で取り扱われる問題を設定し、他の著者による従来の研究との関係を詳しく説明している。次に、この論文では中性子輸送作用素 B をヒルベルト空間 L_2 で定義されたものとし、 L_2 空間で定義された初期値問題が一意的な解をもつための充分条件を示している。

第2章は中性子の速度に組分け法を適用した多数組輸送作用素の実固有値 λ について論じたものである。この作用素のスペクトルは離散的な固有値のみから成り、固有値方程式は等価な積分方程式に変形される。著者は輸送作用素 B の固有値問題をこの積分作用素 G_λ の固有値問題に対応させ、 B の固有値 λ が右に有界であることを示している。 B の固有値 λ は G_λ の固有値 ρ_n についての方程式 $\rho_n(\lambda)=1$ の根である。著者はこの関係を利用して λ の分布を明らかにしている。

すなわち、著者は先ず中性子速度の1組近似をとりあげ、一連の自己共役完全連続作用素を導入し、それらの作用素の固有値の大小関係を比較することによって、作用素 B は実数で離散的な、負の無限大に向う、可附番無限個の固有値列を持つことを示した。次に、多数組輸送作用素についても、散乱行列が3角行列であるか、正の対角行列によって正の対称行列に変換できる場合には1組の場合と同じ結果が得られることを示している。

第3章は無限にひろがった減速媒質における、空間座標を含まない自己共役作用素のスペクトルについて論じたもので、先ず B のスペクトルは実数値のみをとり、区間 $(-\infty, -\lambda^*)$ が B の連続スペクトルであることが証明されている。ただし λ^* は中性子の単位時間中の平均衝突回数の最小値である。

次に減速媒質が単原子気体の場合には区間 $(-\lambda^*, \infty)$ に離散的固有値が可附番無限個存在することが、前章と同様の方法で証明されている。

最後に著者は、Kuščer と Corngold が液体減速材について完全な証明なしに導いた法則に証明を与え

ている。

第4章は有限な大きさの均質な減速媒質中における中性子輸送作用素のスペクトルについて考察したものであって、まず複素平面上で実数部が $-\lambda^*$ をこえない範囲にあるすべての点は作用素 B のスペクトルに属することが証明されている。次に減速媒質の寸法がある程度以下になると $-\lambda^*$ の右半面は B のリゾルベントに属し、従って B は離散的な固有値をもたないことが示されている。著者はさらに、体系の寸法が十分大きいと、中性子の散乱が等方的なら、 $-\lambda^*$ の右半面には実数の離散的固有値のみが存在し、減速材が気体または固体の場合にはその個数が有限であるが、液体の場合には事情が異なり、ある程度以上体系の寸法が大きくなると離散的固有値が可附番無限個存在する場合もあることを見出している。

第5章では板状の無限媒質が取り扱われている。この場合にも $-\lambda^*$ の左半面は B の連続スペクトルに属する。中性子の散乱が等方的な場合には $-\lambda^*$ の右半面に離散的固有値があり得るが、厚さがある値以下になると B は離散的固有値をもたなくなり、 $-\lambda^*$ の右半面は B のリゾルベントを構成する。十分厚い場合に現われる離散的固有値の個数については前章と全く同じ結果の得られることが示されている。

第6章は総括で、著者は先ず得られた結果を整理要約し、さらに中性子輸送作用素の連続スペクトルの理論と離散的固有値の消滅する条件については満足すべき結果が得られたが、離散的固有値の性質の詳細は等方散乱を仮定して導かれたもので、非等方散乱の場合は全く未解決であることを指摘し、また組分け輸送作用素の複素固有値の研究も未解決であると述べている。

論文審査の結果の要旨

時間依存中性子輸送方程式の初期値問題は原子炉物理学において重要な研究課題であるが、従来は近似的方法あるいは数値解析的方法によって取り扱われて来た。この初期値問題の厳密な解を求め、あるいは解の性質を知るためには、中性子輸送作用素のスペクトルについての正確な知識が必要である。

著者は實際上重要な (1) 中性子速度に組分け法を用いた一般的な場合 (2) 気体、液体および固体減速媒質の無限、有限および無限平板体系の場合について、関数解析の理論特にヒルベルト空間で定義された作用素に関する諸定理を応用して、中性子輸送作用素のスペクトルを系統的に詳しく研究している。得られた主な結果は次の通りである。

(1) 多数組中性子輸送作用素は可附番無限個の負の無限大に向う、離散的な実数固有値列をもつことが証明された。

(2) 無限にひろがった減速媒質における、空間に依存しない輸送作用素のスペクトルは実数値のみをとり、区間 $(-\infty, -\lambda^*)$ はスペクトルの連続体を構成し、単原子気体の場合には $(-\lambda^*, \infty)$ に可附番無限個の離散的実固有値があって $-\lambda^*$ に集積することが明らかにされた。ただし λ^* は中性子の単位時間当たり平均衝突回数の最小値である。

(3) 減速媒質の大きさが有限な場合には、複素平面上の $-\lambda^*$ の左半面は輸送作用素のスペクトルに属し、(a) 減速材が気体または固体の場合には、 $-\lambda^*$ の右半面に有限個の離散的実固有値があり、(b) 液体の場合には体系の寸法が大なるときは可附番無限個の、中位のときは有限個の離散的実固有値があるが、ある程度以下に小さくなると散離的固有値が消滅してしまうことが証明された。

(4) 体系の形状が無限平板の場合には、中性子輸送作用素のスペクトルは(3)に示した有限体系の場合と同様であることが明らかにされた。

以上述べたように、この論文は原子炉物理学上興味があり實際上重要な種々の場合について、中性子輸送作用素のスペクトルを徹底的に研究し、多くの新しい性質を見出したもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。